

STRENGTHENING TREATMENT METHOD FOR METALLIC MATERIAL TO BE WORKED AND METALLIC STOCK WITH THE METHOD APPLIED

Publication number: JP2002241912 (A)

Publication date: 2002-08-28

Inventor(s): APPEL FRITZ; EGGERT STEPHAN; LORENZ UWE; OEHRING MICHAEL +

Applicant(s): GEESTHACHT GKSS FORSCHUNG +

Classification:

- **International:** B21J5/00; B21J9/08; C21D7/13; C21D8/00; C22C14/00; C22F1/00; C22F1/02; C22F1/18; (IPC1-7): C22C14/00; C22F1/00; C22F1/02; C22F1/18

- **European:** B21J5/00; B21J9/08

Application number: JP20010382273 20011214

Priority number(s): DE20001062310 20001214

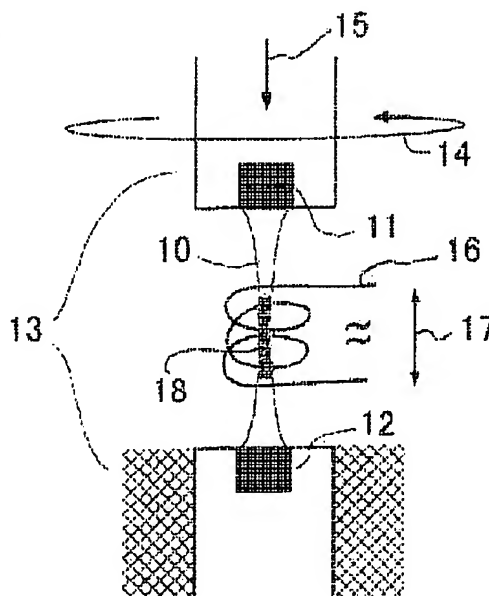
Also published as:

JP3859504 (B2)
EP1214995 (A2)
EP1214995 (A3)
EP1214995 (B1)
US2002157740 (A1)
US7115177 (B2)
RU2222635 (C2)
KR20020047012 (A)
ES2269282 (T3)
DE10062310 (A1)
DE10062310 (C2)
CN1380437 (A)
CN1237196 (C)
AT342142 (T)

<< less

Abstract of JP 2002241912 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a strengthening treatment method for the structure of the metallic material to be worked. **SOLUTION:** The strengthening treatment method for the structure of the metallic material to be worked is attained from the three stages of (a) a stage where a metallic stock for the metallic material to be worked is produced; (b) a stage where the metallic stock is heated to a modifying temperature; and (c) a stage where the metallic stock is molded. As the metallic material to be worked, the metallic stock consisting of Ti-47Al-4.7 (Nb, Cr, Mn, Si)-0.5B is preferably used. The molding method is performed preferably by induction heating almost to 1,000 deg.C in a protective atmosphere, and torsion or compression at a fixed deformation rate.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-241912

(P2002-241912A)

(43) 公開日 平成14年8月28日 (2002.8.28)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
C 2 2 F 1/18		C 2 2 F 1/18	H
C 2 2 C 14/00		C 2 2 C 14/00	Z
C 2 2 F 1/02		C 2 2 F 1/02	
// C 2 2 F 1/00	6 3 0	1/00	6 3 0 A
	6 8 2		6 8 2

審査請求 有 請求項の数13 O L (全 6 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-382273(P2001-382273)

(22) 出願日 平成13年12月14日 (2001. 12. 14)

(31) 優先権主張番号 1 0 0 6 2 3 1 0. 7

(32) 優先日 平成12年12月14日 (2000. 12. 14)

(33) 優先権主張国 ドイツ (D E)

(71) 出願人 599036761

ゲーカーエスエス フォルシユングスツエ
ントルーム ゲーエストハフト ゲーエム
ベーハー

ドイツ連邦共和国 D-21502 ゲーエス
トハフト マックス-プランク-シユトラ
ーセ

(72) 発明者 アベル フリッツ

ドイツ連邦共和国 D-21502 ゲーエス
トハフト シユールシユトラーセ 2 c

(74) 代理人 100075889

弁理士 山本 俊夫

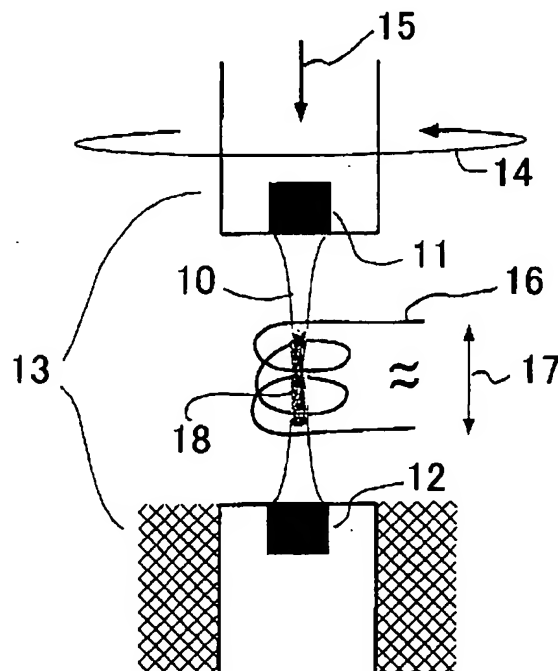
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 被加工金属材料の強化処理方法及び同方法を適用される金属素材

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 被加工金属材料の組織の強化処理方法を提供する。

【解決手段】 被加工金属材料の組織の強化処理方法は、a) 被加工金属材料の金属素材を製造する工程と、b) その金属素材を改造温度に加熱する工程と、c) その金属素材の造形工程との3工程から達成する。好ましくは、被加工金属材料としてはTi-47Al-4.7(Nb, Cr, Mn, Si)-0.5Bからなる金属素材が用いられ、造形方法としては、保護雰囲気下でほぼ1000℃に誘導加熱し、一定の変形速度で、振れまたは圧縮により行われる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】被加工金属材料の組織の強化処理方法において、a)被加工金属材料の素材を製造する工程と、b)前記素材を改造温度に加熱する工程と、c)前記素材の造形工程とを具備することを特徴とする、被加工金属材料の強化処理方法。

【請求項2】前記素材を振れの形に造形する、請求項1に記載の被加工金属材料の強化処理方法。

【請求項3】前記素材を前記を圧縮の形に造形する、請求項1に記載の被加工金属材料の強化処理方法。

【請求項4】前記素材をほぼ同時に振れと圧縮の形に造形する、請求項1～3のいずれかに記載の被加工金属材料の強化処理方法。

【請求項5】前記素材の造形を一定の圧力を加えて圧縮する、請求項3、4のいずれかに記載の被加工金属材料の強化処理方法。

【請求項6】前記素材の造形を一定の変形速度で圧力を加えて行う、請求項3、4のいずれかに記載の被加工金属材料の強化処理方法。

【請求項7】前記素材の造形を総体的に加熱して行う、請求項1～6のいずれかに記載の被加工金属材料の強化処理方法。

【請求項8】前記素材の造形を起こさせる部分のみを加熱して行う、請求項1～6のいずれかに記載の被加工金属材料の強化処理方法。

【請求項9】前記素材の造形を電気誘導により加熱して行う、請求項1～8のいずれかに記載の被加工金属材料の強化処理方法。

【請求項10】前記素材の造形をほぼ1000℃の温度で行う、請求項1～9のいずれかに記載の被加工金属材料の強化処理方法。

【請求項11】前記素材の造形を少なくとも部分的に保護ガス雰囲気下で行う、請求項1～10のいずれかに記載の被加工金属材料の強化処理方法。

【請求項12】請求項1～11のいずれかに記載の強化処理方法により処理されたことを特徴とする、アルミ化チタン(Titanaluminid)からなる金属素材。

【請求項13】アルミ化チタン(Titanaluminid)の組成がTi-47Al-4,7(Nb, Cr, Mn, Si)-0,5Bである、請求項12に記載の金属素材。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は被加工金属材料の強化処理方法及び同方法を適用される金属素材に関するものである。

【0002】

【従来の技術】被加工金属材料の従来の強化処理技術ないし改造技術は、必ずしも所望の成果をもたらさないものであった。例えば、アルミ化チタン(Titanaluminid)またはマグネシウムのグループの特殊な被加工金属

材料は、従来応用されてきた、例えば鍛造または押出成形などの処理技術や改造技術によると、未だに被加工材料の組織の化学的構造的な不均一性が著しく、所定の技術的応用のためには許容できない。公知の処理技術や改造技術にはまず第1に比較的低い改造度しか達成されない欠点がある。このことは、被加工金属材料が例えば航空機の噴射推進装置のタービン羽根や自動車の駆動ユニットの連接棒などの熱的かつ機械的に高負荷をかけられる部分に使用されるべき場合には容認できない。

10 【0003】金属間アルミ化チタンのような被加工金属材料は、極めて脆いので改造しにくい。今までこの種の被加工金属材料は専ら熔融金属組織(schmelzmetallologisch)法によつてのみ製造されていた。この強化処理方法では主として真空・アーク熔融、プラズマ熔融、誘導熔融が適用された。熔融材料は大抵2回から3回熔融されるにも拘らず、鑄造体には大きな品質欠如が現れる。つまり、鑄造体が結晶の特に著しい優先方位(Vorzugsorientierung 選択方位)を有する粗大粒組織のために、空隙の急激な増加(組成中の局所的変化)となつて現れる。この種の欠陥は例えばアルミ化チタンの一次鑄造の際のみではなく、他の多くの被加工金属材料にも生じるので、既述のように被加工金属材料の鑄物から直接加工部品を製造するのには適していない。したがって、一次鑄物として存在する被加工金属材料は組織的及び化学的に強化する必要がある。このため、高温改造を鍛造または押出成形により規則的に応用し、例えば金属合金が必要ならば特に被加工材料の組織の明瞭な改良と、被加工材料の組成中の局所的変化の均衡が目標となる。

30 【0004】今までは、被加工材料の鑄物の組織は被加工材料中に注入された機械的エネルギーによる高温改造の過程に開始された再結晶工程と相変換工程(相転移に同じ)を通じて強化された。したがって、改造後の組織の微細さと均一性は、改造温度と改造速度の他に、被加工材料の改造の際に達成された塑性変形の度合(改造度)にかかっている。圧縮による従来の一段階の鍛造の際の改造度は、ほぼ90～95%の高度還元に限定される。この程度の改造度では鍛造体の周縁部に強い2次引張応力が生じ、これがしばしば亀裂の発生につながる。特に、アルミ化チタンのような脆い被加工材料にとつては問題であり、改造度は事実上僅かである。より高度な改造度を得るには多段階の鍛造が必要であり、これは極めて不経済で、完成部品の目標とする全ての形態形成に

40 応用できるものではない。【0005】特に、温度1000℃以上で鍛造するためには、鍛造用打ち型材料を全く使用できないことも不利である。従来から温度1000℃での鍛造用打ち型材料に使用されているモリブデン合金は、保護ガス下でしか操作できず、鍛造の実用的な実施を困難かつ高価にものにする。

50 【0006】今まで応用されてきた押出成形は、明らか

に鍛造よりも高い改造度が得られる。また、流体静力学的応力を重ねることにより、脆い被加工材料も比較的良く改造することができる。押出成形を実際に適用する時、所望の型本体の幾何学的形状により、改造度は約 10 : 1 の割合の縮小横断面に制限される。押出成形の不利な点は、鍛造よりも高い温度を必要とすることである。したがって、アルミ化チタンのように酸化と腐食に極めて弱い被加工材料では、押出成形するためにはカプセルで包む必要があり、加工費用がかなり高価になる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明の課題は従来の強化処理方法よりも改良された、金属間合金のような非常に脆く極めて改造しにくい被加工材料にも適用できる、被加工金属材料の強化処理方法と同方法を適用した金属素材を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明の方法は被加工金属材料の組織の強化処理方法において、a) 被加工金属材料の素材を製造する工程と、b) 前記素材を改造温度に加熱する工程と、c) 前記素材の造形工程とを具備することを特徴とする。

【0009】また、本発明による金属素材は強化処理方法により処理されたアルミ化チタン (Titanaluminid)、特にアルミ化チタン (Titanaluminid) の組成が Ti-47 Al-4.7(Nb, Cr, Mn, Si)-0.5 B からなことを特徴とする。

【0010】

【発明の実施の形態】本発明による被加工金属材料の強化処理方法が適用される金属素材は、今まで押出成形または鍛造のために一次処理されたように、何重もの溶融により処理されるものを意味する。

【0011】上述の意味での金属要素は科学的目的でいうと適当な試料であるが、例えば噴射推進装置のタービン羽根や自動車の駆動ユニットの連接棒のような半製品ないし最終製品の製造に役立つものである。本発明の解決策を応用して被加工金属材料から金属素材が製造可能である。金属素材の目標とすることは、被加工金属材料の組織強化を明確に改善可能とすることにある。即ち、脆くて改造困難な被加工金属材料へ本発明の強化処理方法を適用して、所要の組織が達成可能であり、この成果は本発明の強化処理方法に課された期待さえをも凌駕した。即ち、本発明の強化処理方法による組織の構造的及び化学的強化は、公知の鍛造による強化処理方法及び押出成形による強化処理方法により達成可能な組織の状況 (Konstellationen) と比較して断然改善された。本発明の別の利点は、金属素材が加熱される改造温度が、従来公知の鍛造による強化処理方法及び押出成形による強化処理方法により達成される温度よりも一段と低くてよいことである。

【0012】本発明の方法によれば、振れの形の造形が金属素材に有利に施され、金属素材の伸長により引き起

こされた塑性変形が得られる。この時、振れ角度は幾何学的制限を受けずに、金属素材の幾重もの振れにより極めて強い塑性変形を起こすようにしなければならない。金属素材の実効長が小さい場合でも、振れにより高い改造度が達成される。即ち、改造困難な被加工材料に本発明による強化処理方法を適用しても被加工材料の改造度は極めて高い。振れにより極めて強い機械的エネルギーが被加工材料に導入され、このエネルギーにより被加工材料の組織の様なダイナミックな再結晶化が始まる。

10 【0013】被加工金属材料の組織の強化を向上させるために、造形は金属素材の圧縮の形で実施される。この時、金属素材に実質上同時に振れと圧縮を行うと、つまり二種の造形が重なると、造形の態様は被加工金属材料が変形する時、振れにより生じることがある剪断亀裂が極めて速い段階で再び封じられ、その結果、剪断亀裂はマクロな亀裂には拡大せず、振れと圧縮の重なりにより被加工材料の均質な変形が行われる。何故なら、金属素材の幾何学的構造が適当ならば、両方の変形過程に伴う剪断過程が相互に強く作用し合うからである。

20 【0014】金属素材に一定の力を加えることにより圧縮が起こるのが好ましいが、金属素材に一定の変形速度で圧縮を起こすものでもよい。

【0015】本発明の強化処理方法を実施するに際し、金属素材の加熱は原則的に任意の仕方で行うことができる。金属素材を加熱する場合に、造形が行われる時に金属素材を総体的に加熱するか、改造温度に保つて制御するのが好ましく、この場合は金属素材は総体的に造形される。即ち、金属素材は振じられるか圧搾される。

30 【0016】しかし、金属素材のある選定部分だけを加熱して、選定部分の造形を行うこと、即ち最も広義には、金属素材の造形に際して、金属素材との相対的位置に配設した加熱装置からの熱供給に応じて段階的に行うことも可能である。

【0017】金属素材の加熱には、金属素材の周囲にあつて金属素材に沿つて摺動可能な電気コイルを使用して金属素材の選定範囲を加熱することもできる。

40 【0018】最も有利な点は、金属素材の変形を 1000℃ の範囲の温度で行うことであるが、特殊な被加工金属材料の場合には、金属素材の改造温度を 1000℃ よりも高くするか、低くすることもできる。

【0019】1000℃ 以上の極度に高い改造温度にする必要がある場合には、本発明の強化処理方法は少くとも部分的に保護ガス下で行うのが好ましい。

【0020】本発明による強化処理方法により処理された金属素材は、アルミ化チタンからなり、特に Ti-47Al-3.7 (Nb, Cr, Mn, Si) -0.5B の組成が好ましい。

【0021】

【実施例】本発明の一実施例を示した模式図に基づいてさらに詳細に説明する。

50 【0022】ここに記載した強化処理方法は研究室尺度

で組成Ti-47Al-3.7 (Nb, Cr, Mn, Si) -0.5B (原子百分率) のTiAl合金について確認された。実験は空气中で実施された。実験のため、ねじ付き頭部 (clamping head for accommodating heads with threads) を備えた試料を、圧縮機 [testing machine] に組み込んだ。試料捕捉枠は試料を握るために対向して捻ることができる

(図1)。試料を電気誘導コイルにより、1000℃～1100℃の間の異なる温度に加熱した。試料の温度は熱電対を用いて測定した。誘導コイルの幾何学的構造に基づいて試料の加熱部分は長さ約6mmとした。この長さは評価するために効果的なものであることが分かった。試料が所望の温度になった後に、まず圧縮方向に一定の張力10～50MPaをかけた。この時、鋳物組織は非常に粗いので、まだ変形は起こらなかった。次いで、試料を1分以内に $\phi = 720^\circ$ (2回転) だけ振った。実験に供した試料の構造では、 $r = 4\text{mm}$ 、試料の外皮で $l = 6\text{mm}$ 、 $\gamma t = \text{約} 600\%$ 、伸び率 $d\gamma t/dt = 5 \times 10^{-2}\text{s}^{-1}$ という非常に高い変形度に相当し、したがって一方では振れの最中に強力な再結晶が起こる。再結晶と並行する組織精製により材料の降伏応力は大幅に低下し、その結果、密着応力下では圧縮されても変形する。このようにして、振れと圧縮の所望の組合せが達成され、生じた圧縮変形率は20%という典型的な値になる。

【0023】図2は改造された試料のマクロ撮影写真である。改造法により達成された精製組織を、光学顕微鏡により撮影したものを図3～5に示す。

【0024】図3～5は試料の頭部の比較的粗い鋳物組織を示す。試料の頭部に変形は起きておらず、ダイナミックな再結晶も生じてない。これに対して、圧縮と振れにより変形した試料の中央部分には著しい組織精製が行われている(図4)。薄板状の群落の平均粒度は、試料の頭部で約 $d = 800\mu\text{m}$ であるのに対して、試料の中央部の相当粒度は約 $d = 50\mu\text{m}$ に減少した。振れと圧縮により変形された試料部分には、改造度が大きいにも拘らずどこにも亀裂は生じなかった。したがって、試料の改造度はその後の組織精製を行うために、確実かつ明瞭に拡大することができる。

【0025】ここに記載した強化処理方法は容易に技術的標準に拡張することができる。何故なら、強化処理方法に必要な要素、例えば誘導加熱や改造機械は冶金工業の標準装備に属するからである。

【0026】

【発明の効果】本発明の強化処理方法の特別の利点は、試料捕捉枠を加熱する必要がなく、したがって、試料ないし材料の耐高熱性に対して何らの制限も受けず、実験

の実施に際して改造される試料を、全長にわたって均一に所望の変形温度に加熱することができる。

【0027】しかし、強化処理方法の実施には、試料の局部を誘導加熱により加熱することもできる。この加熱方法は、同一条件で局所的に極めて大きい改造度と改造速度とを実現することができ、多くの材料で均一な再結晶を得るのに有利である。

【0028】試料の総改造のためには、図1に示すように誘導コイルを試料の長手方向ないし軸方向に沿って摺動させる必要がある。この改造は従来の鍛造法及び押出成形法と比較すると、温度1000℃位の比較的低い改造温度で行うことができ、アルミ化チタンのような腐食し易い被加工材料の改造を極めて簡単に達成できる。しかし、この強化処理方法の利点は、改造過程が極度の高温の保護ガス下で比較的簡単な仕方で行える点にある。アルミ化チタンの場合は例えばしばしば1350℃以上の改造温度が必要であり、薄板状の組織形態を設定することができる。

【0029】本発明の方法の実施に当たり、加熱方法の変更により高度の改造条件を変形態様及び再結晶挙動に設定することができる。その結果、アルミ化チタンのような比較的脆い被加工材料も十分に成形することができる。材料の変形に必要な回転トルクは、いずれの場合も比較的冷たい試料捕捉枠を介して導入できるので、試料捕捉枠を非常に高価な耐熱材料で製造する必要がない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の強化処理方法の可能な技術的解決策の原理により、金属素材に振れと圧縮を組み合わせる工程を示す正面図である。

【図2】本発明の強化処理方法により振れと圧縮を合わせて温度1000℃で処理した組成がTi-47Al-3.7 (Nb, Cr, Mn, Si) -0.5BのTiAl試料の概略構成図である。

【図3】振れと圧縮を合わせて得られた試料の頭部に再成形された精製組織を光学顕微鏡で見た時の模式図である。

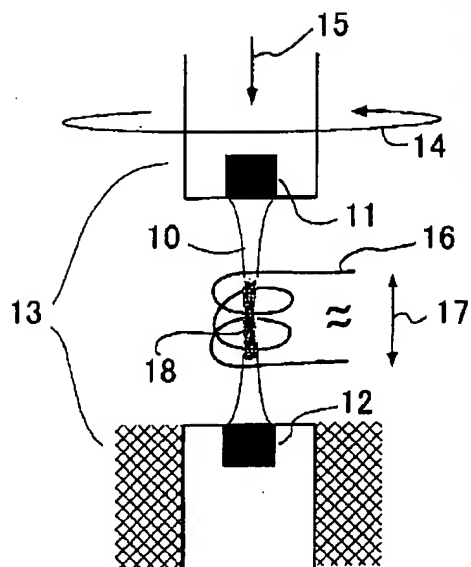
【図4】同試料の中央部に再成形された組織の模式図である。

【図5】同試料の中央部に再成形された厚い精製組織を走査型電子顕微鏡で見た時の模式図である。

【符号の説明】

10：金属素材 11：ねじ本体 12：ねじ本体 13：造形装置 14：振れ 15：圧縮 16：加熱装置(誘導コイル) 17：加熱装置の摺動方向 18：加熱部分

【図1】



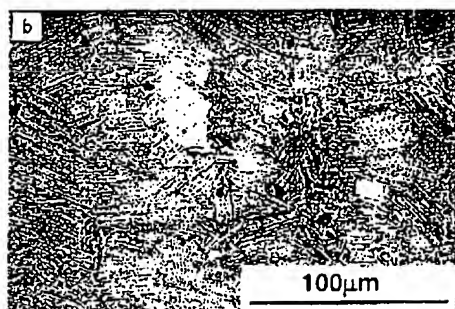
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.
C 2 2 F 1/00

識別記号
6 8 3
6 9 1
6 9 4

F I
C 2 2 F 1/00

ターマコード (参考)

6 8 3
6 9 1 B
6 9 4 B

(6)

特開2002-241912

(72)発明者 エゲルト シュテファン
ドイツ連邦共和国 D-21481 ローエン
ブルク オプ デ シヤンツ 6

(72)発明者 ロレンツ ウベ
ドイツ連邦共和国 D-21397 バルドビ
ツク クライネ プリュツケンシュトラ
セ 2

(72)発明者 オエリング ミカエル
ドイツ連邦共和国 D-21502 ゲーエス
トハフト ベーゼンホルスト 30